

3 軸加速度センサを用いた歩行特徴量による 中・高齢者の運動習慣分析

中村 早希[†] 増尾 明[‡] 佐久間 拓人[‡] 加藤 昇平[‡] 渡邊 航平[§] 赤津 裕康[¶]

名古屋工業大学工学部情報工学科[†] 名古屋工業大学大学院工学研究科[‡]

中京大学スポーツ科学部[§] 名古屋市立大学大学院医学研究科[¶]

1 はじめに

現在、日本は超高齢社会を迎えており、自立した日常生活を送る期間である健康寿命の延伸が重要視されている。高齢による虚弱状態であるフレイルや、加齢による筋肉量の減少をきたしたサルコペニアは要介護・要支援の認定リスクを高める[1]という報告が存在することから、フレイル・サルコペニアの予防・早期発見は人々の健康寿命を延伸するための解決すべき重要課題であると考えられる。また、近年ではセンサデバイスの小型化、高性能化により、簡単に誰もが身につけることのできるウェアラブルセンサによる、人間の行動認識・動作解析技術への関心が高まりを見せている。そのため、高齢者福祉の現場で活用可能なウェアラブルセンサを用いた身体動作の定量的評価手法が提案されている。また、医療現場における歩行リハビリテーション現場では、センシング技術の応用により、歩行動作の異常パターンや安定性を評価する試みも実施されている。

これまでに加速度計を用いた高齢者の歩行機能を評価した先行研究は数多く存在する。藤田ら[2]は、虚弱高齢者を対象に加速度計内蔵活動計を用いて身体活動量を計測し、女性の Timed Up and Go Test (TUG) をはじめとする移動能力と身体活動の間に有意な相関関係を認めたことを報告している。また、渡邊ら[3]は、地域在住高齢者を対象に、日常の歩数を3軸加速度計内蔵活動計で測定し、日常の歩数は超音波法で評価した下肢骨格筋の量的要素（筋組織厚）とは有意な正の相関関係を、質的要素（筋輝度）とは有意な負の相関関係を有することを報告している。加えて、福尾ら[4]は、地域在住男性高齢者を対象に、身体各部位の筋量の特徴を測定し、認知機能が低く、抑うつ度得点が高いうえに、上腕前部の筋力が有意に小さいことを報告している。しかしながら、中・高齢者を対象とした日常の歩行デー

タと運動機能の関係は明らかではない。また、Shideh ら[5]は、高齢者を対象に3ヶ月間の重錘を付したトレーニングを実施し、トレッドミル上で10m歩行時の歩行速度を測定した結果、通常歩行の速度が増大し、爪先離地タイミングが早期化されたことから、歩行パターンが改善された可能性を示唆している。しかし、専門の機器を用いて、TUGなどの様々な身体機能検査の結果から専門職者により運動機能が評価されるため、人的・時間的負担が多く、定期的な測定が容易ではない。そのため、こうしたセンシングデバイスを使用した動作計測により、広く人々の運動習慣によるフレイル・サルコペニアを予防および早期発見することが重要であると考えられる。

本研究では日常生活に取り入れやすく継続も容易な運動として、歩行に着目し、加速度センサにより取得した歩行特徴量を用いた運動習慣の分析を試みる。

2 実験方法

2.1 対象

本研究は、赤津ら[6]が測定したデータを使用した。ポスターなどで地域、企業、行政職員、施設入所者等への呼びかけを実施し集まった参加者を対象とした。参加者は、包含基準である自立した日常生活を送ることができ、高齢者の体力を14点満点で評価する Motor Fitness Scale 得点が6割以上の者、および、除外基準であるヒアリングにより関節痛や筋肉痛、自発痛、運動痛のない者を満たす中・高齢者22名（男性3名、女性19名、平均年齢70.1 ± 7.4歳）とした。

2.2 使用機器

加速度データの計測には3軸加速度センサ「Axivity 社製 AX3」を用いた。本デバイスのサイズは23mm × 32.5mm × 7.6mm、重量は11gであり、サンプリング周波数は100Hzで前後・側方・垂直方向の加速度を計測可能である。センサはx軸を側方方向、y軸を垂直方向、z軸を前後方向となるように装着した。重錘は片足につき体重の2%程度を目安とするやや負担のかかる重さで選定をした。図1に使用した加速度センサの軸およびセンサ・重錘の装着位置を示す。センサの装着位置は両下腿遠位部中

Analysis of Exercise Habits of Middle-aged and Elderly People Using Gait Features Extracted from 3-Axis Acceleration Sensors

Saki NAKAMURA[†], Akira MASUO[‡], Takuto SAKUMA[‡], Shohei KATO[‡], Kohei WATANABE[§], Hiroyasu AKATSU[¶]

[†]Dept. of Computer Science, Nagoya Institute of Technology

[‡]Dept. of Engineering, Graduate School of Engineering, Nagoya Institute of Technology

[§]School of Health and Sport Sciences, Chukyo University

[¶]Nagoya City University Graduate School of Medicine



図1 使用した加速度センサの軸およびセンサ・重錘の装着位置

央であり、重錘は両足のセンサ上部に装着した。

2.3 データ測定

参加者にはセンサおよび重錘を装着した状態で、最低週2日以上、1日1回20分以上の外出歩行をするよう教示した。また、介入期間における装着時の外出状況を記録させ、介入前後での身体機能評価を実施した。

2.4 データセットの構築

測定したデータのうち、介入前期および後期2週間における外出歩行時の初期3分間を解析対象区間とした。はじめに、各データから180秒間の平均値を引くことで直流成分を除去したのちに、セグメンテーションによりデータを抽出した。本研究では、加速度データに対して時間窓10.24秒、ステップ幅5.12秒でデータを切り出し、各時間窓における時間領域特徴量と周波数特徴量を算出した。時間領域特徴量として最大値、最小値、算術平均、標準偏差、尖度、歪度の6種類の統計量を算出し、3軸より計18種類を特徴量として抽出した。また、周波数領域特徴量はハニング窓で短時間フーリエ変換後に、25Hz分の周波数を1Hzごとの帯域で等間隔に分割した各周波数ビンの平均値であるパワーバンドを25種とし、各周波数ビンのパワー値の合計値であるエネルギーを1種とし、3軸の計78種を特徴量として抽出した。

2.5 分類モデル

分類モデルの作成には、サポートベクターマシン(SVM)を用いた。分類に有用な特徴量を検討するため、ランダムフォレストの特徴重要度に基づき特徴選択を適応し、SVMでモデルを構築した。カーネルはlinearとGaussianカーネル、ハイパーパラメータ C , γ は 10^{-2} , 10^{-1} ..., 10^2 とし、グリッドサーチによりパラメータをチューニングした。評価指標には、正答率、適合率、再現率、F1スコアを用いた。

3 おわりに

本研究では、フレイル・サルコペニアの予防・早期発見を目的に、中・高齢者の歩行時の加速度データを用いて各種歩行特徴量を抽出し、運動習慣の分類モデルを構築した。今後、本手法による定量的解析に有用な歩行特徴量について検討・考察する。

4 謝辞

加速度センサおよび重錘を提供いただいたジーワン株式会社、および本研究にご協力いただいた参加者の皆様、本研究にご尽力くださった関係者に心より感謝申し上げます。

本研究は、一部、文部科学省科学研究費補助金(JP19H01137, JP19H04025, および JP20H04018)により実施された。

参考文献

- [1] Koyama S, Katata H, Ishiyama D, Komatsu T, Fujimoto J, Suzuki M, Yamada M, Yamatoku M. Preadmission frailty status as a powerful predictor of dependency after discharge among hospitalized older patients: A clinical - based prospective study. *Geriatrics & gerontology international*, 2018, 18.12: 1609-1613.
- [2] 藤田 好彦, 堀田 和司, 藪下 典子, 中野 聡子, 巻 直樹, 若山 修一, 柳 久子. 3軸加速度センサーを用いた通所型介護予防事業 対象高齢者における身体活動の検討. *理学療法科学*, 2020, 35.1: 95-100.
- [3] 渡邊 裕也, 山田 陽介, 吉田 司, 横山 慶一, 山縣 恵美, 吉中 康子, 岡田 寧子, 木村 みさか. 地域在住高齢者の日常の歩数と下肢骨格筋の量および質, 運動機能との関連. *同志社スポーツ健康科学*, 2020, 12: 29-36.
- [4] 福尾 実人, 村木 里志. 地域在住男性高齢者におけるフレイルと身体各部位筋量との関連性. *理学療法科学*, 2019, 46.6: 399-406.
- [5] Narouei S, Akatsu H, Watanabe K. Regional neuromuscular regulation within rectus femoris muscle following three-month limb-loaded walking in older adults, *Sports Medicine and health Science (in press)*. DOI:10.1016/j.smhs.2021.12.003
- [6] Akatsu H, Manabe T, Kawade Y, Masaki Y, Hoshino S, Jo T, Kobayashi S, Hayakawa T, Ohara H. The effect on lower limbs of wearing ankle weights in people under/over 70 years old: single comparison after intervention, 2021. DOI:10.21203/rs.3.rs-273082/v1